



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年11月27日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-361103

出 願 人

Applicant(s):

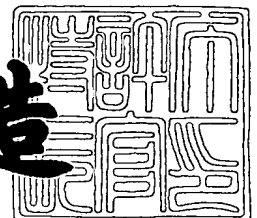
シャープ株式会社

RECEIVED
FEB 13 2002
TC 2600 MAIL ROOM

2001年12月21日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3110762

【書類名】 特許願

【整理番号】 1011537

【提出日】 平成13年11月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B41J 2/045

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 坂本 泰宏

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064746

【弁理士】

【氏名又は名称】 深見 久郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008693

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 インクジェットヘッドの電極接続構造およびインクジェットヘッドの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 溝状のインク室を挟む 1 対の隔壁の各内側面に外部駆動回路に電氣的に接続されたインク室内電極を形成し、前記外部駆動回路から前記インク室内電極に駆動パルスを印加することにより前記隔壁を変形させて前記インク室内のインクを吐出するインクジェットヘッドにおいて、

一方側面から他方側面に達するインク室用溝を形成することで構成される前記隔壁を有する基板を備え、

前記インク室用溝内にのみ位置する前記インク室内電極の端面が前記他方端面において露出しており、その露出した前記インク室内電極の端面において前記外部駆動回路と電氣的に接続されていることを特徴とする、インクジェットヘッドの電極接続構造。

【請求項 2】 前記インク室内電極に電氣的に接続された接続用導電層をさらに備え、

前記インク室用溝内にのみ位置する前記接続用導電層の端面が前記他方端面において露出しており、その露出した前記接続用導電層の端面において前記外部駆動回路と電氣的に接続されていることを特徴とする、請求項 1 に記載のインクジェットヘッドの電極接続構造。

【請求項 3】 前記他方端面から露出する前記インク室内電極の端面の断面積は、 $7 \times 10^{-5} \text{ mm}^2$ 以上であることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載のインクジェットヘッドの電極接続構造。

【請求項 4】 前記インク室内電極および前記接続用導電層の少なくともいずれかは、表面にメッキ金属膜を有していることを特徴とする、請求項 2 に記載のインクジェットヘッドの電極接続構造。

【請求項 5】 前記インク室用溝の前記他方端面側において、前記 1 対の隔壁間を閉塞するように充填する充填材をさらに備え、

前記充填材は導電性樹脂および絶縁性樹脂のいずれかの材質を含むことを特徴

とする、請求項 1～4 のいずれかに記載のインクジェットヘッドの電極接続構造

【請求項 6】 前記充填材は、100℃以下の環境下での弾性率が10GPa以下、および100℃以下の環境下での線膨張係数が50ppm/℃以下の少なくともいずれかの特性を有することを特徴とする、請求項 5 に記載のインクジェットヘッドの電極接続構造。

【請求項 7】 前記 1 対の隔壁の各内側面に形成された前記インク室内電極の各々は、前記インク室用溝の内壁面に沿って形成された前記接続用導電層により電氣的に接続されていることを特徴とする、請求項 2 に記載のインクジェットヘッドの電極接続構造。

【請求項 8】 厚さ方向に分極処理された圧電体のチャネルウェハの上面に所定ピッチで複数のインク室用溝を形成する工程と、

前記複数のインク室用溝の各々の対向面に互いに独立したインク室内電極を形成する工程と、

前記チャネルウェハの前記上面にカバーウェハを接着する工程と、

前記接着後の前記チャネルウェハと前記カバーウェハとを、前記インク室用溝の長手方向に交差する方向に切断して分割する工程とを備えた、インクジェットヘッドの製造方法。

【請求項 9】 前記インク室用溝の内壁面に沿って接続用導電層を形成する工程をさらに備え、

前記接続用導電層に接するように前記インク室内電極が形成されることを特徴とする、請求項 8 に記載のインクジェットヘッドの製造方法。

【請求項 10】 前記複数のインク室用溝の各々内で互いに対向する前記インク室内電極間の所定領域を充填するよう充填材を形成する工程をさらに備え、

前記充填材を切断する位置で、前記接着後の前記チャネルウェハと前記カバーウェハとが切断されされることを特徴とする、請求項 8 または 9 に記載のインクジェットヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、インク室内のインクを加圧して記録媒体上に吐出することによって画像形成を可能にするインクジェットヘッドの電極と外部駆動回路とを接続するための電極接続構造、およびインクジェットヘッドの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

インクジェットプリンタに用いられるインクジェットヘッドとして、溝状のインク室を挟む1対の隔壁の各内側面に電極を形成し、その電極に外部駆動回路からの駆動パルスを印加することにより隔壁を変形させてインク室内のインクを吐出するようにしたものがある。このようなインクジェットヘッドにおいては、インク室内に形成された電極をインク室外に延出して取出用の室外電極を形成し、この室外電極と駆動用IC(Integrated Circuit)を含む外部駆動回路とを電気的に接続するようにしている。従来のインクジェットヘッドにおける室外電極と外部駆動回路との接続方法として、図14～図16に示すように、ボンディングワイヤを用いる方法、TAB(Tape Automated Bonding)リードを用いる方法、およびフレキシブル基板を用いる方法が知られている。

【0003】

すなわち、駆動用IC130とともに支持体110上にアクチュエータ100が配置されている。このアクチュエータ100は、基板103と、カバープレート123と、ノズルプレート125と、インク室内電極101とを有している。基板103は、圧電素子からなり、図面に垂直な方向に配列する複数の隔壁127を有し、それぞれの隔壁127の間にインク室122を有している。カバープレート123は、各インク室122にインクを供給する供給口124を有しており、かつ基板103の上面に配置されている。ノズルプレート125は、各インク室122内からインクが吐出されるノズル126を有しており、かつ基板103の前面に配置されている。インク室内電極101は、各インク室122内において隔壁127の上側の略半分の範囲に形成されている。このインク室内電極101は、基板103の上面における背面側に延出して形成されており、この延出

した部分が取出用のインク室外電極102を構成している。

【0004】

ボンディングワイヤを用いる方法では、図14に示すように、アクチュエータ100のインク室外電極102と駆動用IC130の接続ポイントとの間がボンディングワイヤ111により電氣的に接続されている。ボンディングワイヤ111の接続は、A1（アルミニウム）ウェッジワイヤボンディング技術やAu（金）ワイヤボンディング技術により、平坦面であるインク室外電極102の上面および駆動用IC130の接続ポイントに対して上方からボンディングキャピラリを介してボンディングワイヤ111を押圧した状態で加熱超音波を印加して金属の固相拡散接合により行なわれる。

【0005】

TABリードを用いる方法では、図15に示すように、TABデバイスのアウターリード112がアクチュエータ100のインク室外電極102に電氣的に接続される。この接続は、TABデバイスのアウターリード112をアクチュエータ100のインク室外電極102と平行に位置決めした状態で上方から加熱加圧機構を有するリード押圧具を押圧し、アウターリード112の下面に予めメッキされているはんだを溶融させてはんだ接合により行なわれる。はんだに代えて、ACF（異方性導電フィルム）またはACP（異方性導電ペースト）を用いる場合もある。

【0006】

フレキシブル基板を用いる方法では、図16に示すように、駆動用IC130を実装したプリント基板114上に形成された接続用電極115とアクチュエータ100のインク室外電極102とがフレキシブル基板113により電氣的に接続される。この接続は、接続用電極115とインク室外電極102との各上面にフレキシブル基板113の両端部を載置し、図15に示したTABリードを用いる場合と同様に、はんだ接合やACFまたはACPすることにより行なわれる。

【0007】

次に、インクジェットヘッドを構成するアクチュエータの従来の製造方法を図17を用いて説明する。

【 0 0 0 8 】

まず、厚さ方向（図中上下方向）に分極した圧電素子からなる基板 1 0 3 の上面 1 0 3 a にドライフィルムレジストをラミネートして硬化させる。この後、ダイサのダイシングブレードを用いて上面 1 0 3 a を前面 1 0 3 b 側から背面 1 0 3 c 側に向かってハーフダイシングし、隔壁 1 2 7 の間に挟まれたインク室 1 2 2 を形成する。このとき、基板 1 0 3 の前面 1 0 3 b と背面 1 0 3 c との中間部でダイシングブレードを上昇させてインク室 1 2 2 の背面側にアール部 1 2 2 a を形成し、さらに、背面 1 0 3 c まで上面 1 0 3 a のドライフィルムレジストのみをカットして平坦部 1 2 2 b を形成する。

【 0 0 0 9 】

このダイシング処理を基板 1 0 3 の前面 1 0 3 b および背面 1 0 3 c に平行な方向に繰返し実行し、基板 1 0 3 にインク室アレイを形成する。この後に、インク室 1 2 2 の長手方向に対して基板 1 0 3 の上方から A l または C u （銅）などの電極材料となる金属を斜方蒸着する。この作業をインク室 1 2 2 を挟んで対向する 2 方向（図中矢印で示す方法）から行なうことにより、インク室 1 2 2 を挟む両側の隔壁 1 2 7 にインク室内電極 1 0 1 を形成する。

【 0 0 1 0 】

このとき、インク室 1 2 2 内では、ドライフィルムレジストおよび隔壁 1 2 7 のシャドーイング効果により、隔壁 1 2 7 の上面 1 0 3 a から隔壁 1 2 7 の厚さ方向の約 $1/2$ までの範囲に電極 1 0 1 が形成される。また、インク室 1 2 2 のアール部 1 2 2 a および平坦部 1 2 2 b にも同時に電極材料の斜方蒸着が行なわれる。このとき、左右 2 方向から蒸着された金属膜が平坦部 1 2 2 b で重なり合うようにドライフィルムレジストの厚さおよび開口幅を設定する。これにより、平坦部 1 2 2 b においては開口部分の全面に電極（インク室外電極） 1 0 2 が形成される。またアール部 1 2 2 a においてはインク室 1 2 2 内のインク室内電極 1 0 1 と平坦部 1 2 2 b のインク室外電極 1 0 2 とを接続する状態に電極が形成される。

【 0 0 1 1 】

この後、基板 1 0 3 の上面 1 0 3 a に、図 1 4 ～図 1 6 に示すように供給口 1

24を有するカバープレート123を接着し、基板103の前面103bにノズル126を有するノズルプレート125を接着することにより、アクチュエータ100が完成する。

【0012】

このようにして形成されたアクチュエータ100は、隔壁127を挟んで隣接するインク室122内に形成されたインク室内電極101のそれぞれに、互いに逆位相の電位を印加することによりシェアモード駆動を行なう。すなわち、両側面のそれぞれに互いに逆極性の電位が印加された隔壁127はインク室内電極101の形成領域と未形成領域との境目で“く”の字あるいは逆“く”の字にせん断変形を生じる。この隔壁127のせん断変形によるインク室122の体積が変化し、これに伴ってインク室122内のインク圧力が変化してインク室122の前面103b側に配置したノズル126からインク液滴が吐出される。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のように構成された従来のインクジェットヘッドでは、アクチュエータ100に形成されたインク室122においてインクの吐出に直接寄与するアクティブ領域は供給口124よりも前面103b側（ノズル形成側）の範囲のみである。供給口124を含む背面103c側はインク室122内にインクを供給するための領域であり、アール部122aおよび平坦部122bはインク室122内において互いに向かい合うインク室内電極101を接続して1つのインク室外電極102とし、そのインク室外電極102を駆動用IC130に導通した外部電極に電氣的に接続するための領域である。このようなインクジェットヘッドの構成では、本来インクの吐出に寄与するアクティブ領域以外の部分が非常に大きく、材料コストが高くて安価なインクジェットヘッドを製造できないという問題があった。

【0014】

また、誘電率の高いPZTなどの圧電素子を素材とする基板103上に平坦部122bまでインク室内電極101を延出させる必要がある。このため、基板103の静電容量が大きくなり、アクチュエータ100の駆動に際して印加すべき

駆動電圧波形が鈍り、高速駆動による高速印字が困難になるという問題があった。この印字駆動波形の鈍りは印加電圧を上昇させることで改善できるが、印加電圧を上げることでアクチュエータ 1 0 0 の駆動による発熱量が増大し、アクチュエータ 1 0 0 の温度上昇によってインクの粘度が変化する。よって、安定で高精度な印字が行なえないという問題と、高い電圧を印加できる駆動用 IC 1 3 0 はコスト高になるという問題と、低消費電力化が困難であるという問題とがあった。

【 0 0 1 5 】

そこで、アクチュエータ 1 0 0 のインク室内電極 1 0 1 におけるアクティブ領域以外の部分では圧電素子とインク室内電極 1 0 1 との間に低誘電膜を予め製膜することで、アクティブ領域以外の部分における基板 1 0 3 の静電容量をほとんど無視できるレベルにすることが行なわれる。しかし、キュリー点が 2 0 0 ℃程度の低温度である P Z T に対して低温度のプロセスで低誘電率の S i - N 膜を形成するためには高価な E C R - C V D (Electron Cyclotron Resonance Chemical Vapor Deposition) 装置が必要となり、製造コストが上昇して安価なインクジェットヘッドが製造できないという問題があった。

【 0 0 1 6 】

また、特開平 9 - 9 4 9 5 4 号公報には、図 1 8 に示すように、供給口 2 1 4 a およびインク室内電極 2 1 3 を延出させるための領域を圧電素子の長手方向に形成しないようにした構成が開示されている。この構成では、インク室 2 1 4 に対するインクの供給は基板 2 1 0 のアクティブ領域の後端部に設けた供給口 2 1 4 a から行なわれる。インク室 2 1 4 に形成されたインク室内電極 2 1 3 は吐出孔 2 1 2 側から供給口 2 1 4 a 側へ伸びており、さらに基板 2 1 0 の後端部へ延出されたインク室外電極 2 1 5 と一体に形成されており、インク室外電極 2 1 5 において駆動用 IC 2 1 6 に導通した電極 2 1 7 と電氣的に接続されている。

【 0 0 1 7 】

この構成によれば、アクチュエータ 2 0 0 のアクティブ領域以外の部分が存在しないために圧電素子の材料コストを低減することはできるが、基板 2 1 0 の静電容量が増加する問題が残る。また、インク室内電極 2 1 3 をアクチュエータ 2

00の側面に90°屈曲させてインク室外電極215を延出するようにしているため、ウェハ状態ではインク室内電極213を形成する際の斜方蒸着によって同時にインク室外電極215を形成することができない。

【0018】

このため、ウェハから個々のアクチュエータ200を切出した（小片化した）後にインク室内電極213とアクチュエータ200側面のインク室外電極215とを形成することになる。しかし、インク室214内で互いに向かい合う2つのインク室内電極213を確実に電氣的に導通させた状態で延出させるためには、少なくともさらに2方向からの斜方蒸着が必要となる。また、アクチュエータ200の側面に延出したインク室外電極215を各インク室214ごとに分離するためには、予めパターニングを施すか、またはパターニングを行なわない場合ではべた電極に引出した後にダイシングやYAGレーザによる電極分離工程が必要となる。このように、製造工程が複雑化するため、生産性が悪く、生産歩留まりが低下し、生産コストが大きくなるという問題があった。

【0019】

引出配線は、他にメッキ技術により形成することもできるが、蒸着技術と同様にパターニング工程もしくは電極分離工程を必要とするため、工程が煩雑になるという問題があった。また、引出した電極も、インク室214からアクチュエータ200の側面に引出される屈曲部分で、後の工程やハンドリングで断線する可能性が高く、生産歩留まりが落ちるといった問題や環境信頼性にも劣るという問題があった。

【0020】

本発明の目的は、高価な製造装置の使用、製造工程の複雑化、および電極の断線による歩留まりの低下などに起因するコストの高騰を招くことなく、基板面積の増加を防止することができ、材料コストの高騰を防止することができるとともに、基板の静電容量の増加を防止してアクチュエータにおける発熱量の増加を伴うことなく高精度で安定した高速印字を行なうことができるインクジェットヘッドの電極接続構造および製造方法を提供することにある。

【0021】

【課題を解決するための手段】

本発明のインクジェットヘッドの電極接続構造は、溝状のインク室を挟む1対の隔壁の各内側面に外部駆動回路に電氣的に接続されたインク室内電極を形成し、外部駆動回路からインク室内電極に駆動パルスを印加することにより隔壁を変形させてインク室内のインクを吐出するインクジェットヘッドにおいて、一方側面から他方側面に達するインク室用溝を形成することで構成される隔壁を有する基板を備え、インク室用溝内にのみ位置するインク室内電極の端面が他方端面において露出しており、その露出したインク室内電極の端面において外部駆動回路と電氣的に接続されている。

【0022】

インク室内電極がインク室用溝内にのみ位置し、その端面が基板の他方端面において露出している。したがって、従来インク室内電極を実装のためにインク室用の溝外へ引出していたが、本発明ではその必要がなく、アクチュエータのアクティブエリア以外の部分がほとんど不要であり、材料コストの削減を実現することができる。また、静電容量の低減により、駆動周波数を向上することができるため高速印字が実現でき、駆動電圧を低減できるため駆動用ICの低耐電圧化が行なえることから、駆動用ICのコスト低減および駆動消費電力の削減を実現することができる。

【0023】

上記のインクジェットヘッドの電極接続構造において好ましくは、インク室内電極に電氣的に接続された接続用導電層がさらに備えられている。インク室用溝内にのみ位置する接続用導電層の端面が他方端面において露出しており、その露出した接続用導電層の端面において外部駆動回路と電氣的に接続されている。

【0024】

これにより、インク室用溝を挟んで対向する1対のインク室内電極の一方に外部駆動回路を接続するだけでその1対のインク室内電極の双方に電氣的に接続することが可能となる。

【0025】

上記のインクジェットヘッドの電極接続構造において好ましくは、他方端面か

ら露出するインク室内電極の端面の断面積は、 $7 \times 10^{-5} \text{mm}^2$ 以上である。

【0026】

これにより、後に行なわれるインクジェットヘッド駆動用ICに導通した電極との接続の際にACA (Anisotropic Conductive Adhesive: 異方性導電接着剤) もしくはNCA (Non-Conductive Adhesive: 非導電性接着剤) による電極接続において十分な信頼性が得られる。

【0027】

上記のインクジェットヘッドの電極接続構造において好ましくは、インク室内電極および接続用導電層の少なくともいずれかは、表面にメッキ金属膜を有している。

【0028】

インク室内電極および接続用導電層は外部駆動回路との接続用電極として用いられるため、十分な電極厚さを確保する必要がある、蒸着やスパッタリングなどの真空プロセスによる金属膜形成ではスループットが遅くて生産性に問題があったが、メッキ用シード層のみを薄く真空プロセスで形成して、所望の金属膜厚さまでメッキによって形成することで、生産性が向上し、また金属膜自体の膜質も均一で内部応力も軽減できる金属膜剥離の不良が低減し、安価で品質安定性、信頼性の高いインクジェットヘッドを実現することができる。

【0029】

上記のインクジェットヘッドの電極接続構造において好ましくは、インク室用溝の他方端面側において、1対の隔壁間を閉塞するように充填する充填材がさらに備えられている。その充填材は導電性樹脂および絶縁性樹脂のいずれかの材質を含んでいる。

【0030】

これにより、後に行なうダイシングによる小片化工程において、導電性樹脂もしくは絶縁性樹脂がインク室用溝内の所定領域に充填されているため、チャネルウェハは強度が増してダイシング時のダメージを軽減できて生産歩留まりが向上し、安価なインクジェットヘッドを実現することができる。

【0031】

また、導電性樹脂の場合は、同一インク室用溝内の1対のインク室内電極を導電性樹脂により電氣的に接続することができ、しかも外部駆動回路との接続用電極としてその導電性樹脂断面を利用することができるため、容易に接続面積を大きく取ることができ、接続安定性が良好となる。また、絶縁性樹脂の場合は、樹脂への添加剤にシリカフィラーやアルミナフィラーなど比較的低線膨張率のものを多く分散することができるため、圧電素子の低膨張率とのマッチングを容易に行なうことができ、熱応力などによる圧電素子の破損を防止することができ、環境信頼性が良好となる。

【0032】

上記のインクジェットヘッドの電極接続構造において好ましくは、充填材は、100℃以下の環境下での弾性率が10GPa以下、および100℃以下の環境下での線膨張係数が50ppm/℃以下の少なくともいずれかの特性を有している。

【0033】

これにより、圧電素子と充填部材との熱応力を充填部材の弾性率が10GPa以下の場合は充填材の弾性変形により緩和することができ、充填材の線膨張係数が50ppm/℃以下の場合は発生する熱応力を低減することができるため、環境信頼性に優れるインクジェットヘッドを提供することができる。

【0034】

上記のインクジェットヘッドの電極接続構造において好ましくは、1対の隔壁の各内側面に形成されたインク室内電極の各々は、インク室用溝の内壁面に沿って形成された接続用導電層により電氣的に接続されている。

【0035】

1対の隔壁の各内側面に形成されたインク室内電極の各々が、接続用導電層によって電氣的に接続されておらず、電氣的に分離している場合には、内部駆動回路に導通した電極とACAでの接続を行なう際には、外部駆動回路に導通した外部電極を各々のインク室内電極の端面に接続する必要がある。しかし、上記1対のインク室内電極の各々が接続用導電層によって電氣的に接続されていれば、外部駆動回路に導通した外部電極とのACAでの電極接続では、外部駆動回路の外

部電極を最低1個のACA導電粒子でいずれか一方のインク室内電極の端面と接続できればよい。これにより、ACAの分散する導電粒子密度を低減させることができるため、ACA材料コスト低減および隣接するインク室用溝内のインク室内電極との絶縁性に有利であり、狭ピッチ化が容易になり、安価で高精細印字が可能なインクジェットヘッドを提供することができる。

【0036】

本発明のインクジェットヘッドの製造方法は、厚さ方向に分極処理された圧電体のチャンネルウェハの上面に所定ピッチで複数のインク室用溝を形成する工程と、複数のインク室用溝の各々の対向面に互いに独立したインク室内電極を形成する工程と、チャンネルウェハの上面にカバーウェハを接着する工程と、接着後のチャンネルウェハとカバーウェハとを、インク室用溝の長手方向に交差する方向に切断して分割する工程とを備えている。

【0037】

従来、アクチュエータは大きな寸法で複雑な構成を有しており、かつインク室内電極は外部駆動回路との接続のためインク室用溝内からインク室用溝外へ引出していた。これに対して本発明の製造方法によれば、インク室用溝内にインク室内電極を形成した後にチャンネルウェハとカバーウェハとを切断することで、切断面においてインク室内電極の端面を露出させることができる。このため、インク室内電極をインク室用溝内からインク室用溝外に引出すことなく、その露出した端面に外部駆動回路を電氣的に接続することが可能となる。

【0038】

このようにインク室内電極をインク室用溝外へ引出す必要がないため、アクチュエータのアクティブエリア以外の部分がほとんど不要であり、材料コスト削減を実現することができる。また、静電容量の低減により、駆動周波数を向上できるため高速印字が実現でき、駆動電圧の低減が可能となるため駆動用ICの低耐電圧化が行なえることから駆動用ICコストの低減および駆動消費電力の削減を実現することができる。

【0039】

また、複雑な構造のアクチュエータを形成する必要がないため工程の簡素化を

実現することもできる。

【0040】

上記のインクジェットヘッドの製造方法において好ましくは、インク室用溝の内壁面に沿って接続用導電層を形成する工程がさらに備えられている。その接続用導電層に接するようにインク室内電極が形成される。

【0041】

これにより、後に行なう外部駆動回路に導通した電極との接続において、別途形成する金属膜の厚さを厚く形成することで、高い実装信頼性が確保できると同時に、駆動用電極まで電極厚さを厚くする必要がないため、真空プロセスでのスループットが上がり生産性が向上し、かつシェアモード駆動させるインクジェットヘッドのアクティブエリアの駆動負荷が大きくなることはなく、低消費電力化が実現できる。

【0042】

上記のインクジェットヘッドの製造方法において好ましくは、複数のインク室用溝の各々内で互いに対向するインク室内電極間の所定領域を充填するように充填材を形成する工程がさらに備えられており、その充填材を切断する位置で、接着後のチャンネルウェハとカバーウェハとが切断されされる。

【0043】

このように後に行なうダイシングによる小片化工程において、導電性樹脂もしくは絶縁性樹脂よりなる充填材がインク室内に充填されているため、チャンネルウェハは強度が増してダイシング時のダメージを軽減できて生産歩留まりが向上し、安価なインクジェットヘッドを実現することができる。また、導電性樹脂の場合は、同一インク室の複数の駆動用電極をインク室内に充填する導電性樹脂により単一に集約でき、しかも外部回路接続用電極として導電性樹脂断面も利用することができるため、容易に接続面積を大きく取ることができ、接続安定性に優れる。また、絶縁性樹脂の場合は、樹脂への添加剤にシリカフィラーやアルミナフィラーなど比較的線膨張率のものを多く分散することができるため、圧電素子の線膨張率とのマッチングを容易に行なうことができ、熱応力などによる圧電素子の破損を防止することができ、環境信頼性に優れるインクジェットヘッドの提

供が実現できる。

【0044】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図に基づいて説明する。

【0045】

（実施の形態1）

図1は、本発明の実施の形態1に係るインクジェットヘッドの構成を概略的に示す分解斜視図である。図2は、図1の矢印II方向から見た端面図(a)、図2(a)のIIB-IIB線に沿う概略断面図(b)および図2(a)のIIC-IIC線に沿う概略断面図(c)である。

【0046】

図1および図2を参照して、本実施の形態のインクジェットヘッド1は、アクチュエータ（基板）20と、複数のアクチュエータ駆動用電極27、28と、絶縁性樹脂10と、カバー部材30と、ノズルプレート25とを主に有している。

【0047】

アクチュエータ20は、たとえばPZTなどの圧電素子よりなっている。このアクチュエータ20には、複数のインク室用溝26aの各々が吐出面23から後端面21へ貫通するようにアレイ状に並んで形成されている。複数のインク室用溝26aに挟まれたアクチュエータ20の各領域には隔壁29が形成されている。インク室用溝26a内には2つのアクチュエータ駆動用電極（インク室内電極）27、28の各々が互いに向かい合う状態で隔壁29の内壁面に形成されている。

【0048】

アクチュエータ駆動用電極27、28の各々は、隔壁29の上部半分に形成されており、たとえば厚さ $0.5\mu\text{m}$ のCu（銅）薄膜よりなっている。また、アクチュエータ駆動用電極27、28の長手方向の端面は後端面21において露出しており、その露出した端面の幅が $0.5\mu\text{m}$ で、長さが $140\mu\text{m}$ に設定されているため、その端面の面積は $7\times 10^{-5}\text{mm}^2$ である。なお、アクチュエータ駆動用電極27、28の後端面21において露出した端面の面積は $7\times 10^{-5}\text{m}$

m^2 以上であることが好ましい。

【0049】

絶縁性樹脂10は、たとえばシリカフィラーを含有しており、インク室用溝26aの後端面21側を閉塞するようにインク室用溝26a内に充填されている。インク室用溝26a内のアクチュエータ駆動用電極27、28および絶縁性樹脂10を除いた部分がインクを満たすことのできるインク室26となる。絶縁性樹脂10は、このインク室26から後端面21側へインクが流出することを防止している。この絶縁性樹脂10は、100℃以下の環境下での弾性率が10GPa以下、および100℃以下の環境下での線膨張係数が50ppm/℃以下の少なくともいずれかの特性を有していることが好ましい。

【0050】

アクチュエータ20のインク吐出面23には、微小なノズル24を有するノズルプレート25が貼り付けられている。またアクチュエータ20の上面には、インク室26の上部にインク供給口31が位置するようにカバー部材30が貼り付けられている。

【0051】

このインクジェットヘッド1におけるインク液滴の吐出動作においては、まず同じインク室用溝26a内に配置された2つのアクチュエータ駆動用電極27、28に同電位の電圧を印加し、隔壁29の表裏で対向する2つのアクチュエータ駆動用電極28、27に逆位相の電圧を印加する。これによって、隔壁29がシエアモードで駆動するアクチュエータの役目をし、インク室26内のインク圧力をコントロールすることにより、ノズル24からインク微小液滴を吐出させる。

【0052】

本実施の形態のインクジェットヘッド1のアクチュエータ駆動用電極27、28には、図3に示すように駆動用IC40が電氣的に接続される。具体的には、アクチュエータ駆動用電極27、28の後端面21から露出した各端面の双方に、駆動用IC40に導通したTABテープ41上のアウターリード42が、ACF50を介して電氣的に接続される。この接続により、アウターリード42はアクチュエータ駆動用電極27、28の双方に電氣的に集約して接続される。この

接続においては、ACF50のNi（ニッケル）導電粒子がアクチュエータ駆動用電極27、28の端面とアウターリード42との間に介在している。このACF50の樹脂成分を硬化させることにより、インクジェットヘッド1にアウターリード42を機械的に接続することもできる。

【0053】

この接続において、アクチュエータ駆動用電極27、28の後端面21から露出する各端面の面積は上述したように $7 \times 10^{-5} \text{mm}^2$ に設計されているため、十分な接続安定性と接続信頼性とを確保することができる。

【0054】

なお、アクチュエータ駆動用電極27、28の後端面21から露出している端面に別途Auメッキを施して、アウターリード42との接続抵抗を低減することもでき、この場合には駆動パルスの鈍りや抵抗成分による発熱を低減することができる。また、アクチュエータ駆動用電極27、28のインク室上部における露出面22でも、上記と同様、外部駆動回路との電氣的接続を行なうことができる。このとき、絶縁性樹脂10は、たとえばAg（銀）フィラーを含有する導電性樹脂でもよく、この場合には同一のインク室26内のアクチュエータ駆動用電極27、28を導電性樹脂10によって電氣的に集約することもできる。

【0055】

また小片化切断面におけるアウターリード42の接続に有効な電極面積として導電性樹脂10の導電性粒子断面積も含まれるため、アクチュエータ駆動用電極27、28をさらに薄型化でき、生産性を向上させる効果がある。また、導電性樹脂10中にシリカフィラーやカーボン粒子などの線膨張係数の小さな材料を分散させてもよく、この場合はアクチュエータ20の材料のPZTの線膨張係数に近付けることができる。このため、インク室用溝26aに充填した導電性樹脂10とPZTの線膨張係数のマッチングによって耐熱応力信頼性の向上に効果がある。

【0056】

次に、上述した本実施の形態のインクジェットヘッドの製造方法について説明する。

【0057】

図4～図6は、本発明の実施の形態1に係るインクジェットヘッドの製造方法を工程順に示す図であり、図4および図5は斜視図であり、図6は断面図である。

【0058】

図4を参照して、まず厚さ方向に分極させた圧電素子ウェハ（チャンネルウェハ）20の一表面にドライフィルムレジスト70をラミネートして硬化させる。この後、ダイサーのダイシングブレードを用いてチャンネルウェハ20をハーフダイスすることによりインク室用溝26aを形成する。

【0059】

このようにして複数のインク室用溝26a（インク室アレイ）を形成した後に、インク室用溝26aの長手方向に対して垂直方向からAlやCuなどの電極材料になる金属を斜め蒸着する。この作業をインク室用溝26aの長手方向に対して左右2方向から行なうことで隔壁29の表面に金属電極27、28が形成される。この金属電極27、28は、ドライフィルムレジスト70および各々の隔壁29のシャドーイング効果によりインク室用溝26aの深さ方向の約1/2の深さまで形成される。

【0060】

この後、ドライフィルムレジスト70をリフトオフすることで、隔壁29の上面には電極が形成されることはなく、各インク室用溝26a間での電氣的な分離を確実に行なうことができる。

【0061】

図5を参照して、インク室アレイに対して直交方向（つまりインク室用溝26aの長手方向に直交する方向）に液状の絶縁性樹脂10を、ディスペンサなどを用いて1mm幅でインク室用溝26a上および隔壁29上に一文字に塗布供給する。このとき、絶縁性樹脂10の粘度を10000cps以下に設定しておけば、絶縁性樹脂10は自然にインク室用溝26a内に充填される。また、10000cps以下の粘度であれば、硬化工程において温度上昇とともに粘度が低下し、硬化反応前に充填されることがわかっている。このため、絶縁性樹脂10

として実質的には1000000cps以下の充填材が使用可能である。

【0062】

その後、100℃のオーブンで1時間放置して、絶縁性樹脂10を硬化させる。あるいは、ホットプレート上で樹脂硬化を行なってもよく、この場合、アクチュエータ20のアクティブエリア部分は冷却できるようにホットプレート内に局所冷却できるようにペルチェ素子や冷却液が循環するようにして、アクティブエリアの強制冷却を行なうことにより、アクチュエータ20への熱ダメージを低減させることが可能となる。また加熱硬化を行わずに室温放置にて絶縁性樹脂10を硬化させることもできる。

【0063】

隔壁29上に付着している絶縁性樹脂10を600番および1200番のラッピングフィルムにより研磨して除去する。これにより、後に行なうウェハボンディング時にチャンネルウェハ20とカバーウェハ（図示せず）との平坦性を確保して良好なウェハボンディングを行なうことができる。

【0064】

図6を参照して、インク供給口31用の座ぐりを形成した圧電素子からなるカバーウェハ30を用意する。このカバーウェハ30は、後にインクジェットヘッドに構成されたときにインク供給口31を形成し、インク室26の上部を封じるカバー部材になる。通常、カバーウェハ30には、アクチュエータ20との熱膨張率のマッチングをよくするために、アクチュエータ20を構成する圧電素子と同じ材料が用いられるが、熱膨張率が比較的近い安価なアルミナセラミックスが用いられてもよい。

【0065】

インク室アレイを形成したウェハ20とカバーウェハ30とを市販の接着剤で接着する。このとき、絶縁性樹脂10が充填された部分はカバーウェハ30のインク供給口31のための座ぐり部分中央部に来るように位置合わせを行なう。この後、図中の破線で示したダイシングラインで、インク供給口31用の座ぐり部分および絶縁性樹脂10の充填部分にてダイサーのダイシングブレードによりチャンネルウェハ20とカバーウェハ30とが分断して切断される（小片化される）

【 0 0 6 6 】

このとき、切断面には絶縁性樹脂 1 0 および電極 2 7、2 8 が露出しており、後に接続される駆動用 I C に導通した外部回路との電氣的接続において、電極押圧荷重を外部回路電極全面で受けられ、局所的に押圧力が集中して外部回路電極が破損することを防止できる。

【 0 0 6 7 】

また、絶縁性樹脂 1 0 は、シリカフィラーが分散されたエポキシ系樹脂で構成されており、線膨張係数を $50 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ に調整されている。そのため、フィラーが入っていない通常のエポキシ系樹脂で作製したアクチュエータ 2 0 では、温度サイクル試験で早期に樹脂クラックが発生したのに比べ、本実施の形態で用いられたシリカフィラーの分散したエポキシ系樹脂では、アクチュエータとの接続信頼性において優れる。

【 0 0 6 8 】

本実施の形態では、アクチュエータ駆動用電極 2 7、2 8 がインク室用溝 2 6 a 内にのみ位置し、その端面が基板 2 0 の後端面 2 1 において露出している。したがって、従来アクチュエータ駆動用電極を実装のためにインク室用溝外へ引出していたが、本実施の形態ではその必要がなく、アクチュエータのアクティブエリア以外の部分がほとんど不要であり、材料コストの削減を実現することができる。また、静電容量の低減により、駆動周波数を向上することができるため高速印字が実現でき、駆動電圧を低減できるため駆動用 I C の低耐電圧化が行なえることから、駆動用 I C のコスト低減および駆動消費電力の削減を実現することができる。

【 0 0 6 9 】

また、後端面 2 1 から露出するアクチュエータ駆動用電極 2 7、2 8 の各端面の断面積は、 $7 \times 10^{-5} \text{ mm}^2$ 以上である。これにより、後に行なわれるインクジェットヘッド駆動用 I C に導通した電極との接続の際に A C A もしくは N C A による電極接続において十分な信頼性が得られる。

【 0 0 7 0 】

また、アクチュエータ駆動用電極 27、28 の各々は、表面にメッキ金属膜を有している。アクチュエータ駆動用電極 27、28 は外部駆動回路との接続用電極として用いられるため、十分な電極厚さを確保する必要があり、蒸着やスパッタリングなどの真空プロセスによる金属膜形成ではスループットが遅くて生産性に問題があった。しかし、メッキ用シード層のみを薄く真空プロセスで形成して、所望の金属膜厚さまでメッキによって形成することで、生産性が向上し、また金属膜自体の膜質も均一で内部応力も軽減できて金属膜剥離の不良が低減し、安価で品質安定性および信頼性の高いインクジェットヘッドを実現することができる。

【0071】

また、充填材 10 は導電性樹脂および絶縁性樹脂のいずれかの材質を含んでいる。これにより、後に行なうダイシングによる小片化工程において、導電性樹脂もしくは絶縁性樹脂がインク室用溝 26a 内の所定領域に充填されているため、チャンネルウェハは強度が増してダイシング時のダメージを軽減できて生産歩留まりが向上し、安価なインクジェットヘッドを実現することができる。

【0072】

また、導電性樹脂の場合は、同一インク室用溝 26a 内の 1 対のアクチュエータ駆動用電極 27、28 を導電性樹脂により電氣的に接続することができ、しかも外部駆動回路との接続用電極としてその導電性樹脂断面を利用することができるため、容易に接続面積を大きく取ることができ、接続安定性が良好となる。また、絶縁性樹脂の場合は、樹脂への添加剤にシリカフィラーやアルミナフィラーなど比較的low線膨張率のものを多く分散することができるため、圧電素子の低膨張率とのマッチングを容易に行なうことができ、熱応力などによる圧電素子の破損を防止することができ、環境信頼性が良好となる。

【0073】

また、充填材 10 は、100℃以下の環境下での弾性率が10GPa以下、および100℃以下の環境下での線膨張係数が50ppm/℃以下の少なくともいずれかの特性を有している。これにより、圧電素子と充填部材との熱応力を、充填材 10 の弾性率が10GPa以下の場合は充填材 10 の弾性変形により緩和す

ることができ、充填材 1 0 の線膨張係数が $50 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 以下の場合は発生する熱応力を低減することができるため、環境信頼性に優れたインクジェットヘッドを提供することができる。

【 0 0 7 4 】

また、本実施の形態の製造方法では、複雑な構造のアクチュエータ 2 0 を形成する必要がないため工程の簡素化を実現することもできる。

【 0 0 7 5 】

また、複数のインク室用溝 2 6 a の各々内で互いに対向するアクチュエータ駆動電極 2 7、2 8 間の所定領域を充填するように充填材 1 0 が形成され、その充填材 1 0 を切断する位置で、接着後のチャンネルウェハ 2 0 とカバーウェハ 3 0 とが切断される。

【 0 0 7 6 】

このように後に行なうダイシングによる小片化工程において、導電性樹脂もしくは絶縁性樹脂よりなる充填材 1 0 がインク室用溝 2 6 a 内に充填されているため、チャンネルウェハ 2 0 は強度が増してダイシング時のダメージを軽減できて生産歩留まりが向上し、安価なインクジェットヘッドを実現することができる。

【 0 0 7 7 】

(実施の形態 2)

図 7 は、本発明の実施の形態 2 に係るインクジェットヘッドの構成を概略的に示す分解斜視図である。図 8 は、図 7 の矢印 V I I I 方向から見た端面図 (a)、図 8 (a) の V I I I B - V I I I B 線に沿う概略断面図 (b) および図 8 (a) の V I I I C - V I I I C 線に沿う概略断面図 (c) である。

【 0 0 7 8 】

図 7 および図 8 を参照して、本実施の形態のインクジェットヘッドの構成は、実施の形態 1 の構成と比較して、金属膜 (接続用導電層) 8 0 が追加されている点において異なる。この金属膜 8 0 は、インク室用溝 2 6 a の内壁面に沿って形成されており、アクチュエータ 2 0 の後端面 2 1 にその端面が露出するように形成されている。アクチュエータ駆動電極 2 7、2 8 の各々は、インク室用溝 2 6 a 内においてこの金属膜 8 0 に接しながら乗り上げるように形成されており、

その端面もまた後端面 2 1 a から露出している。

【0 0 7 9】

アクチュエータ駆動用電極 2 7、2 8 はたとえば厚み $0.1 \mu\text{m}$ の Al よりなっている。また、アクチュエータ駆動用電極 2 7、2 8 に導通した金属膜 8 0 は、インク室用溝 2 6 a 内にスパッタリングにより Cr (クロム) 密着層および Cu シード層を形成した後に $1 \mu\text{m}$ 厚の Ni 無電解メッキ層およびフラッシュ Au メッキ層を形成した構成を有している。この金属膜 8 0 は、後端面 2 1 に露出した端面は、約 $1 \mu\text{m}$ 厚さで深さ $280 \mu\text{m}$ 、幅 $40 \mu\text{m}$ のインク室用溝 2 6 a の内壁部全域に形成されているため、金属膜 8 0 の露出した端面の断面積は約 $60 \times 10^{-5} \text{mm}^2$ である。

【0 0 8 0】

なお、これ以外の構成については上述した実施の形態 1 の構成とほぼ同じであるため、同一の部材については同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0 0 8 1】

本実施の形態のインクジェットヘッドでは、アクチュエータ駆動用電極 2 7、2 8 のいずれか一方および金属膜 8 0 の後端面 2 1 から露出した端面に、図 9 に示すように駆動用 IC 4 0 に導通した TAB テープ 4 1 上のアウターリード 4 2 が直接接続される。この接続においては、TAB テープ 4 1 もしくはアウターリード 4 2 とアクチュエータ 2 0 との間に NCF 5 1 を介在させて硬化させることにより、両者を機械的に接続することができる。

【0 0 8 2】

このとき、金属膜 8 0 の端面の面積は $60 \times 10^{-5} \text{mm}^2$ に設計されているため、十分な接続安定性と接続信頼性とを確保することができる。また、インク室上部 2 2 の電極端面でも、上記と同様にして、外部回路との電氣的接続を行なうことができる。このとき、絶縁性樹脂 1 0 は、たとえば Ag フィラーを含有する導電性樹脂でもよく、この場合は小片化切断面でのアウターリード接続に有効な電極面積として導電性樹脂の導電性粒子断面積も含まれるため、さらに接続安定性、接続信頼性を向上させる効果がある。

【0 0 8 3】

次に、本実施の形態のインクジェットヘッドの製造方法について説明する。

図 1 0 ～ 図 1 3 は、本発明の実施の形態 2 に係るインクジェットヘッドの製造方法を工程順に示す図であり、図 1 0 および図 1 3 は断面図であり、図 1 1 および図 1 2 は斜視図である。

【 0 0 8 4 】

図 1 0 を参照して、実施の形態 1 と同様に、まず厚さ方向に分極させた圧電素子ウェハ（チャネルウェハ）2 0 の一表面にドライフィルムレジスト 7 0 をラミネートして硬化させる。この後、ダイサーのダイシングブレードを用いてチャネルウェハ 2 0 をハーフダイスすることによりインク室用溝 2 6 a を形成する。

【 0 0 8 5 】

このようにして複数のインク室用溝 2 6 a（インク室アレイ）を形成した後に、インク室用溝 2 6 a の後端部に該当する部分のみ開口したメタルマスク 8 2 を配置して、スパッタリングにより Cr 密着層を 0. 0 5 μ m の厚みで、および Cu シード層を 0. 0 5 μ m の厚みで、メタルマスク 8 2 の開口した部分に成膜する。

【 0 0 8 6 】

次に、図示しない無電解 Ni メッキを 1 μ m の厚みで、およびフラッシュ Au メッキを 0. 0 5 μ m の厚みで Cu シード層が付着している部分に形成する。

【 0 0 8 7 】

図 1 1 を参照して、インク室用溝 2 6 a の長手方向に対して垂直方向から 0. 1 μ m の厚みで Al 電極を斜め蒸着する。この作業をインク室用溝 2 6 a の長手方向に対して左右 2 方向から行なうことで隔壁 2 9 の表面に金属電極 2 7、2 8 が形成される。ドライフィルムレジスト 7 0 および隔壁 2 9 のシャドーイング効果により、金属電極 2 7、2 8 はインク室用溝 2 6 a の深さ方向の約 1 / 2 まで形成される。

【 0 0 8 8 】

この後、ドライフィルムレジスト 7 0 をリフトオフすることで、隔壁 2 9 の上面には電極が形成されることはなく、各インク室用溝 2 6 a 間での電氣的な分離を確実に行なうことができる。

【 0 0 8 9 】

図 1 2 を参照して、インク室アレイに対して直交方向（つまりインク室用溝 2 6 a の長手方向に直交する方向）に液状の絶縁性樹脂 1 0 をディスペンサなどを用いて 1 mm 幅でインク室用溝 2 6 a 上および隔壁 2 9 上に一文字に塗布供給する。このとき、絶縁性樹脂 1 0 の粘度を 1 0 0 0 0 c p s 以下に設定しておけば、絶縁性樹脂 1 0 は自然にインク室用溝 2 6 a 内に充填される。

【 0 0 9 0 】

その後、1 0 0 °C のオーブンで 1 時間放置して、絶縁性樹脂 1 0 を硬化させる。隔壁 2 9 上に付着している絶縁性樹脂 1 0 を 6 0 0 番および 1 2 0 0 番のラッピングフィルムにより研磨して除去する。これにより、後に行なうウェハボンディング時にチャネルウェハ 2 0 とカバーウェハ（図示せず）との平坦性を確保して良好なウェハボンディングを行なうことができる。

【 0 0 9 1 】

図 1 3 を参照して、インク供給口 3 1 用の座ぐりを形成した圧電素子からなるカバーウェハ 3 0 を用意する。このカバーウェハ 3 0 は、後にインクジェットヘッドに構成されたときにインク供給口 3 1 を形成し、インク室 2 6 の上部を封じるカバー部材になる。通常、カバーウェハ 3 0 には、アクチュエータ 2 0 との熱膨張率のマッチングをよくするために、アクチュエータ 2 0 を構成する圧電素子と同じ材料が用いられるが、熱膨張率が比較的近い安価なアルミナセラミックスが用いられてもよい。

【 0 0 9 2 】

インク室アレイを形成したウェハ 2 0 とカバーウェハ 3 0 とを市販の接着剤で接着する。このとき、絶縁性樹脂 1 0 が充填された部分はカバーウェハ 3 0 のインク供給口 3 1 のための座ぐり部分中央部に来るように位置合わせを行ない、実施の形態 1 と同様に両者を貼り合わせる。その後、実施の形態 1 と同様に図 1 3 の破線で示したダイシングラインで、インク供給口 3 1 用の座ぐり部分および絶縁性樹脂 1 0 の充填部分にてダイサーのダイシングブレードによりチャネルウェハ 2 0 とカバーウェハ 3 0 とが分断して切断され、個々のアクチュエータに小片化し、アクチュエータが完成する。

【0093】

このとき、切断面には、たとえばA1よりなるアクチュエータ駆動用電極27、28の端面、およびそれらに電氣的に導通したAu/Ni/Cu/Crよりなる金属膜80の端面が露出している。後に行なわれる駆動用ICに導通したリードとの接続には、この金属膜80およびアクチュエータ駆動用電極27、28の各端面が外部回路接続用電極として構成されており、また外部回路接続時の押圧荷重をアクチュエータ切断面全面で受けられ、局所的に押圧力が集中して外部回路電極が破損することを防止できる。

【0094】

また、絶縁性樹脂10は、シリカフィラーが分散されたエポキシ系樹脂で構成されており、弾性率を10GPaに調整しているため、インク室内に充填された絶縁性樹脂と圧電素子との間に発生する熱応力を絶縁性樹脂の弾性変形で緩和できるため、接続信頼性において優れる。

【0095】

本実施の形態においては、上述した実施の形態1と同様の効果が得られる。

また本実施の形態では、金属膜80がアクチュエータ駆動用電極27、28に電氣的に接続されている。これにより、インク室用溝26aを挟んで対向する1対のアクチュエータ駆動用電極27、28の一方に外部駆動回路を接続するだけでその1対のアクチュエータ駆動用電極27、28の双方に電氣的に接続することが可能となる。

【0096】

またアクチュエータ駆動用電極27、28および金属膜80の少なくともいずれかは、表面にメッキ金属膜を有している。アクチュエータ駆動用電極27、28および金属膜80は外部駆動回路との接続用電極として用いられるため、十分な電極厚さを確保する必要があるが、蒸着やスパッタリングなどの真空プロセスによる金属膜形成ではスループットが遅くて生産性に問題があったが、メッキ用シード層のみを薄く真空プロセスで形成して、所望の金属膜厚さまでメッキによって形成することで、生産性が向上し、また金属膜自体の膜質も均一で内部応力も軽減できる金属膜剥離の不良が低減し、安価で品質安定性、信頼性の高いインク

ジェットヘッドを実現することができる。

【0097】

また、1対の隔壁29の各内側面に形成されたアクチュエータ駆動用電極27、28の各々は、インク室用溝26aの内壁面に沿って形成された金属膜80により電氣的に接続されている。1対の隔壁29の各内側面に形成されたアクチュエータ駆動用電極27、28の各々が、金属膜80によって電氣的に接続されておらず、電氣的に分離している場合には、内部駆動回路に導通した電極とACAでの接続を行なう際には、外部駆動回路に導通した外部電極を各々のアクチュエータ駆動用電極27、28の端面に接続する必要がある。

【0098】

しかし、上記1対のアクチュエータ駆動用電極27、28の各々が金属膜80によって電氣的に接続されていれば、外部駆動回路に導通した外部電極とのACAでの電極接続では、外部駆動回路の外部電極を最低1個のACA導電粒子でいずれか一方のアクチュエータ駆動用電極27、28の端面と接続できればよい。これにより、ACAの分散する導電粒子密度を低減させることができるため、ACA材料コスト低減および隣接するインク室用溝26a内のアクチュエータ駆動用電極27、28との絶縁性に有利であり、狭ピッチ化が容易になり、安価で高精細印字が可能なインクジェットヘッドを提供することができる。

【0099】

また本実施の形態における製造方法では、インク室用溝26aの内壁面に沿って金属膜80を形成する工程を有し、その金属膜80に接するようにアクチュエータ駆動用電極27、28が形成される。これにより、後に行なう外部駆動回路に導通した電極との接続において、別途形成する金属膜の厚さを厚く形成することで、高い実装信頼性が確保できると同時に、アクチュエータ駆動用電極27、28まで電極厚さを厚くする必要がないため、真空プロセスでのスループットが上がり生産性が向上し、かつシェアモード駆動させるインクジェットヘッドのアクティブエリアの駆動負荷が大きくなることはなく、低消費電力化が実現できる。

【0100】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0101】

【発明の効果】

本発明のインクジェットヘッド電極接続構造では、従来のようにインク室内電極をインク室用溝外へ引出す必要がなく、アクチュエータのアクティブエリア以外の部分がほとんど不要であり、材料コストの削減を実現することができる。また、静電容量の低減により、駆動周波数を向上することができるため高速印字が実現でき、駆動電圧を低減できるため駆動用ICの低耐電圧化が行なえることから、駆動用ICのコスト低減および駆動消費電力の削減を実現することができる。

【0102】

上記のインクジェットヘッドの電極接続構造において好ましくは、インク室内電極に電氣的に接続された接続用導電層がさらに備えられている。インク室用溝内にのみ位置する接続用導電層の端面が他方端面において露出しており、その露出した接続用導電層の端面において外部駆動回路と電氣的に接続されている。これにより、インク室用溝を挟んで対向する1対のインク室内電極の一方に外部駆動回路を接続するだけでその1対のインク室内電極の双方に電氣的に接続することが可能となる。

【0103】

上記のインクジェットヘッドの電極接続構造において好ましくは、他方端面から露出するインク室内電極の端面の断面積は、 $7 \times 10^{-5} \text{ mm}^2$ 以上である。これにより、後に行なわれるインクジェットヘッド駆動用ICに導通した電極との接続の際にACAもしくはNCAによる電極接続において十分な信頼性が得られる。

【0104】

上記のインクジェットヘッドの電極接続構造において好ましくは、インク室内

電極および接続用導電層の少なくともいずれかは、表面にメッキ金属膜を有している。インク室内電極および接続用導電層は外部駆動回路との接続用電極として用いられるため、十分な電極厚さを確保する必要がある、蒸着やスパッタリングなどの真空プロセスによる金属膜形成ではスループットが遅くて生産性に問題があったが、メッキ用シード層のみを薄く真空プロセスで形成して、所望の金属膜厚さまでメッキによって形成することで、生産性が向上し、また金属膜自体の膜質も均一で内部応力も軽減できる金属膜剥離の不良が低減し、安価で品質安定性、信頼性の高いインクジェットヘッドを実現することができる。

【 0 1 0 5 】

上記のインクジェットヘッドの電極接続構造において好ましくは、インク室用溝の他方端面側において、1対の隔壁間を閉塞するように充填する充填材がさらに備えられている。その充填材は導電性樹脂および絶縁性樹脂のいずれかの材質を含んでいる。これにより、後に行なうダイシングによる小片化工程において、導電性樹脂もしくは絶縁性樹脂がインク室用溝内の所定領域に充填されているため、チャンネルウェハは強度が増してダイシング時のダメージを軽減できて生産歩留まりが向上し、安価なインクジェットヘッドを実現することができる。

【 0 1 0 6 】

また、導電性樹脂の場合は、同一インク室用溝内の1対のインク室内電極を導電性樹脂により電氣的に接続することができ、しかも外部駆動回路との接続用電極としてその導電性樹脂断面を利用することができるため、容易に接続面積を大きく取ることができ、接続安定性が良好となる。また、絶縁性樹脂の場合は、樹脂への添加剤にシリカフィラーやアルミナフィラーなど比較的低温膨張率のものを多く分散することができるため、圧電素子の低膨張率とのマッチングを容易に行なうことができ、熱応力などによる圧電素子の破損を防止することができ、環境信頼性が良好となる。

【 0 1 0 7 】

上記のインクジェットヘッドの電極接続構造において好ましくは、充填材は、100℃以下の環境下での弾性率が10GPa以下、および100℃以下の環境下での線膨張係数が50ppm/℃以下の少なくともいずれかの特性を有してい

る。これにより、圧電素子と充填部材との熱応力を充填部材の弾性率が 10 GPa 以下の場合には充填材の弾性変形により緩和することができ、充填材の線膨張係数が $50 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以下の場合には発生する熱応力を低減することができるため、環境信頼性に優れるインクジェットヘッドを提供することができる。

【0108】

上記のインクジェットヘッドの電極接続構造において好ましくは、1対の隔壁の各内側面に形成されたインク室内電極の各々は、インク室用溝の内壁面に沿って形成された接続用導電層により電氣的に接続されている。1対の隔壁の各内側面に形成されたインク室内電極の各々が、接続用導電層によって電氣的に接続されておらず、電氣的に分離している場合には、内部駆動回路に導通した電極とACAでの接続を行なう際には、外部駆動回路に導通した外部電極を各々のインク室内電極の端面に接続する必要がある。しかし、上記1対のインク室内電極の各々が接続用導電層によって電氣的に接続されていれば、外部駆動回路に導通した外部電極とのACAでの電極接続では、外部駆動回路の外部電極を最低1個のACA導電粒子でいずれか一方のインク室内電極の端面と接続できればよい。これにより、ACAの分散する導電粒子密度を低減させることができるため、ACA材料コスト低減および隣接するインク室用溝内のインク室内電極との絶縁性に有利であり、狭ピッチ化が容易になり、安価で高精細印字が可能なインクジェットヘッドを提供することができる。

【0109】

本発明のインクジェットヘッドの製造方法によれば、インク室用溝内にインク室内電極を形成した後にチャネルウェハとカバーウェハとを切断することで、切断面においてインク室内電極の端面を露出させることができる。このため、インク室内電極をインク室用溝内からインク室用溝外に引出すことなく、その露出した端面に外部駆動回路を電氣的に接続することが可能となる。

【0110】

このようにインク室内電極をインク室用溝外へ引出す必要がないため、アクチュエータのアクティブエリア以外の部分がほとんど不要であり、材料コスト削減を実現することができる。また、静電容量の低減により、駆動周波数を向上でき

るため高速印字が実現でき、駆動電圧の低減が可能となるため駆動用 I C の低耐電圧化が行なえることから駆動用 I C コストの低減および駆動消費電力の削減を実現することができる。

【 0 1 1 1 】

また、複雑な構造のアクチュエータを形成する必要があるため工程の簡素化を実現することもできる。

【 0 1 1 2 】

上記のインクジェットヘッドの製造方法において好ましくは、インク室用溝の内壁面に沿って接続用導電層を形成する工程がさらに備えられている。その接続用導電層に接するようにインク室内電極が形成される。これにより、後に行なう外部駆動回路に導通した電極との接続において、別途形成する金属膜の厚さを厚く形成することで、高い実装信頼性が確保できると同時に、駆動用電極まで電極厚さを厚くする必要がないため、真空プロセスでのスループットが上がり生産性が向上し、あつシエアモード駆動させるインクジェットヘッドのアクティブエリアの駆動負荷が大きくなることはなく、低消費電力化が実現できる。

【 0 1 1 3 】

上記のインクジェットヘッドの製造方法において好ましくは、複数のインク室用溝の各々内で互いに対向するインク室内電極間の所定領域を充填するように充填材を形成する工程がさらに備えられており、その充填材を切断する位置で、接着後のチャネルウェハとカバーウェハとが切断されされる。このように後に行なうダイシングによる小片化工程において、導電性樹脂もしくは絶縁性樹脂よりなる充填材がインク室内に充填されているため、チャネルウェハは強度が増してダイシング時のダメージを軽減できて生産歩留まりが向上し、安価なインクジェットヘッドを実現することができる。また、導電性樹脂の場合は、同一インク室の複数の駆動用電極をインク室内に充填する導電性樹脂により単一に集約でき、しかも外部回路接続用電極として導電性樹脂断面も利用することができるため、容易に接続面積を大きく取ることができ、接続安定性に優れる。また、絶縁性樹脂の場合は、樹脂への添加剤にシリカフィラーやアルミナフィラーなど比較的線膨張率のものを多く分散することができるため、圧電素子の線膨張率とのマッチ

ングを容易に行なうことができ、熱応力などによる圧電素子の破損を防止することができ、環境信頼性に優れるインクジェットヘッドの提供が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施の形態 1 におけるインクジェットヘッドの構成を概略的に示す分解斜視図である。

【図 2】 (a) は図 1 の矢印 I I 方向から見た端面図であり、(b) は (a) の I I B - I I B 線に沿う概略断面図であり、(c) は (a) の I I C - I I C 線に沿う概略断面図である。

【図 3】 図 2 のインクジェットヘッドに外部駆動回路を接続した様子を示す図であり、(a) は図 1 の I I 方向から見た端面図に対応し、(b) は (a) の I I I B - I I I B 線に沿う概略断面図であり、(c) は (a) の I I I C - I I I C 線に沿う概略断面図である。

【図 4】 本発明の実施の形態 1 におけるインクジェットヘッドの製造方法の第 1 工程を示す概略斜視図である。

【図 5】 本発明の実施の形態 1 におけるインクジェットヘッドの製造方法の第 2 工程を示す概略斜視図である。

【図 6】 本発明の実施の形態 1 におけるインクジェットヘッドの製造方法の第 3 工程を示す概略断面図である。

【図 7】 本発明の実施の形態 2 におけるインクジェットヘッドの構成を概略的に示す分解斜視図である。

【図 8】 (a) は図 7 の矢印 V I I I 方向から見た端面図であり、(b) は (a) の V I I I B - V I I I B 線に沿う概略断面図であり、(c) は (a) の V I I I C - V I I I C 線に沿う概略断面図である。

【図 9】 図 8 のインクジェットヘッドに外部駆動回路を接続した様子を示す図であり、(a) は図 7 の V I I I 方向から見た端面図に対応し、(b) は (a) の I X B - I X B 線に沿う概略断面図であり、(c) は (a) の I X C - I X C 線に沿う概略断面図である。

【図 1 0】 本発明の実施の形態 2 におけるインクジェットヘッドの製造方法の第 1 工程を示す概略断面図である。

【図 1 1】 本発明の実施の形態 2 におけるインクジェットヘッドの製造方法の第 2 工程を示す概略斜視図である。

【図 1 2】 本発明の実施の形態 2 におけるインクジェットヘッドの製造方法の第 3 工程を示す概略斜視図である。

【図 1 3】 本発明の実施の形態 2 におけるインクジェットヘッドの製造方法の第 4 工程を示す概略断面図である。

【図 1 4】 従来のインクジェットヘッドの電極接続構造の第 1 の例を示す側面断面図である。

【図 1 5】 従来のインクジェットヘッドの電極接続構造の第 2 の例を示す側面断面図である。

【図 1 6】 従来のインクジェットヘッドの電極接続構造の第 3 の例を示す側面断面図である。

【図 1 7】 従来のインクジェットヘッドの製造方法の要部を示す斜視図である。

【図 1 8】 従来のインクジェットヘッドの電極接続構造の第 4 の例を示す側面断面図である。

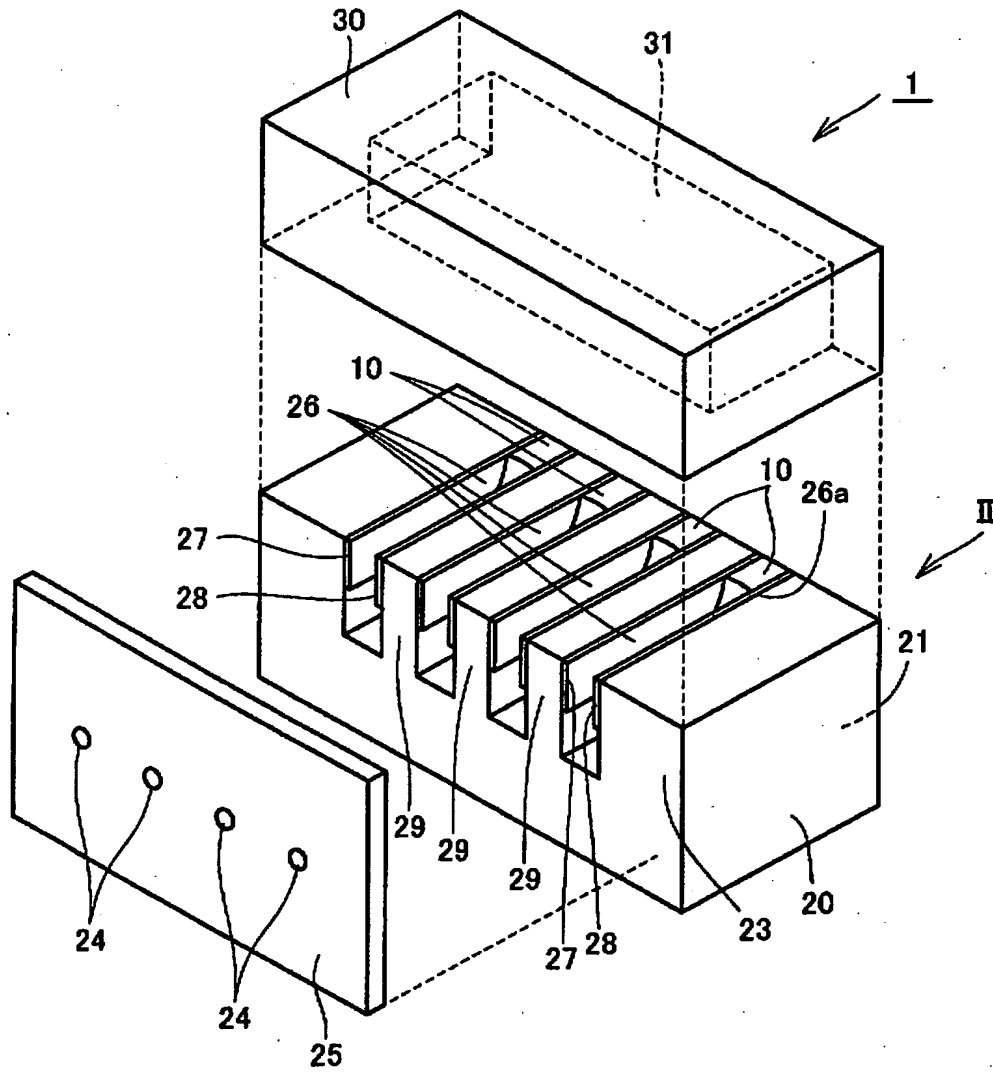
【符号の説明】

1 インクジェットヘッド、10 絶縁性樹脂、20 アクチュエータ、24 ノズル孔、25 ノズルプレート、26 インク室、27, 28 電極、29 隔壁、30 カバープレート、31 インク供給部、40 駆動用 IC (外部駆動回路)、41 TABテープ、42 アウターリード。

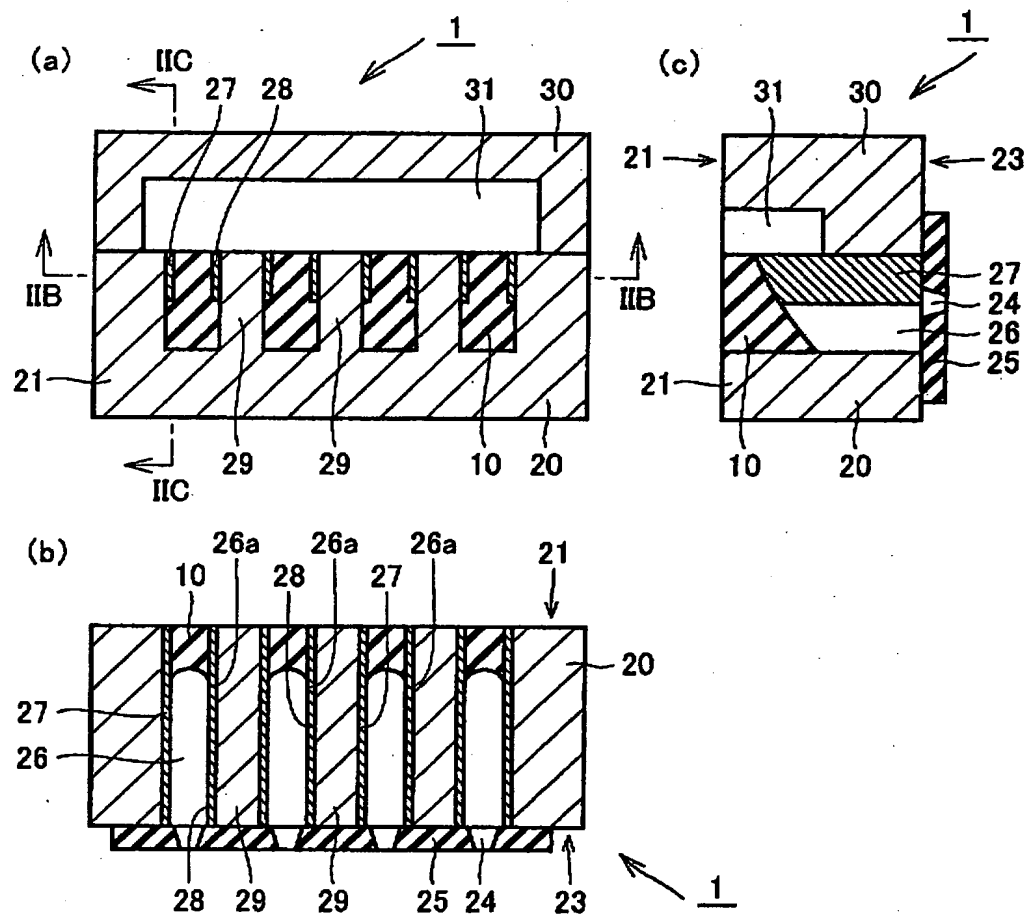
【書類名】

図面

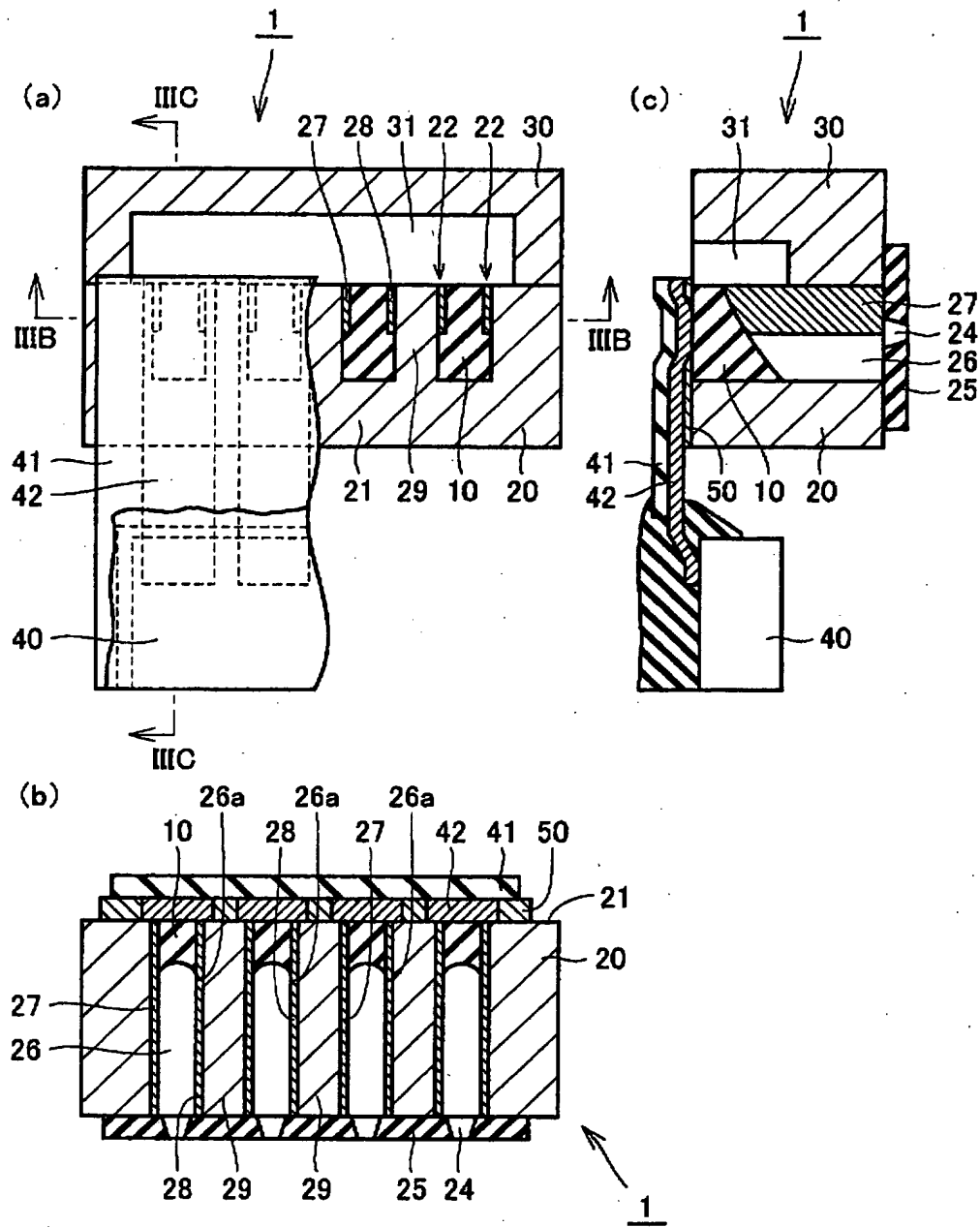
【図 1】



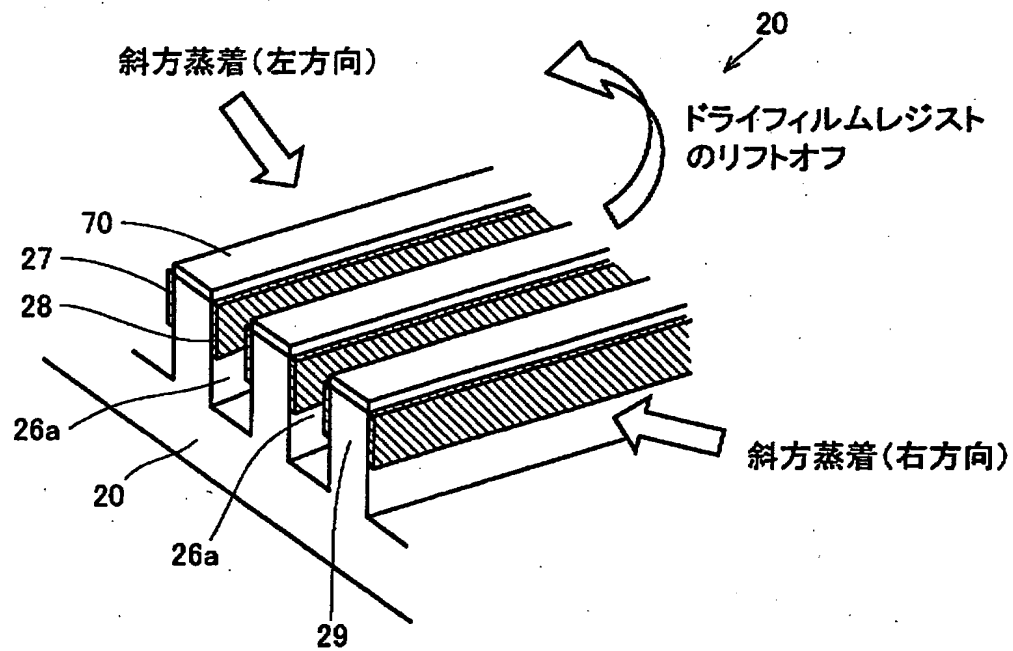
【図 2】



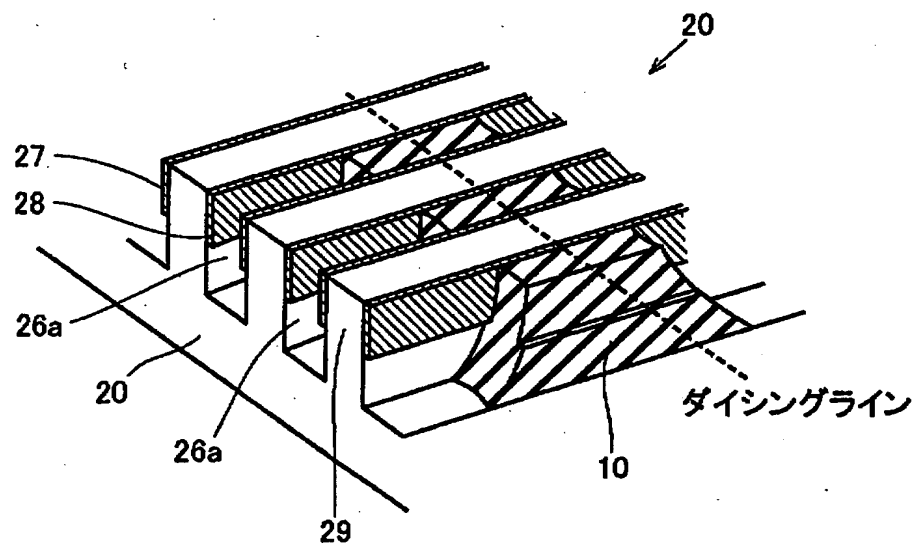
【図 3】



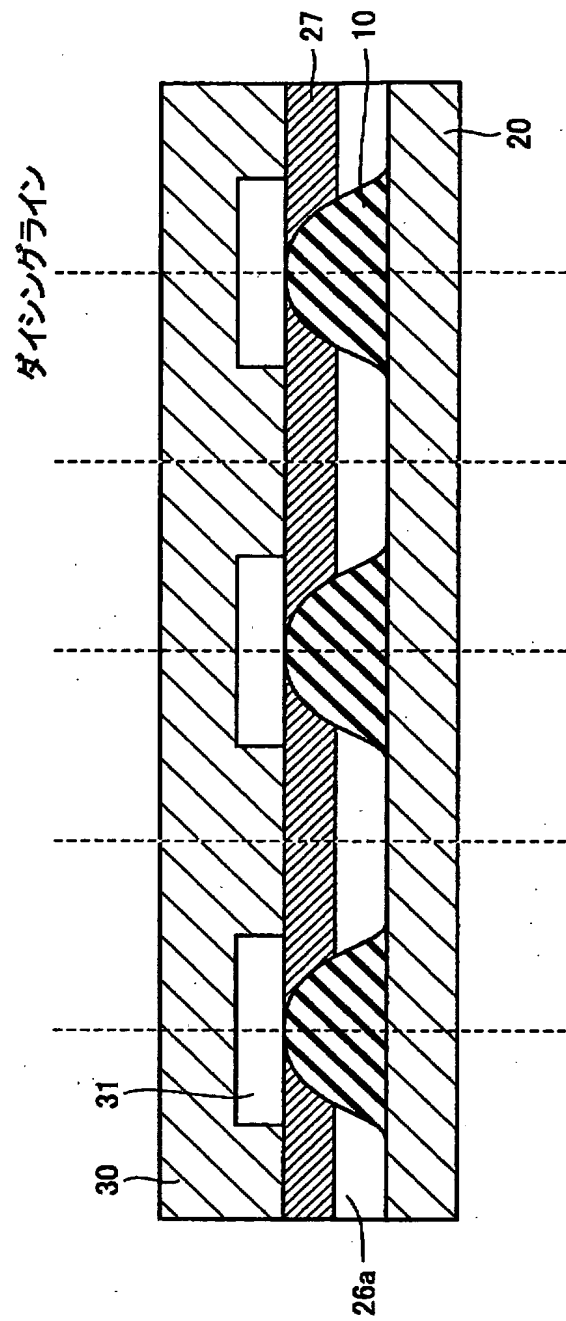
【図 4】



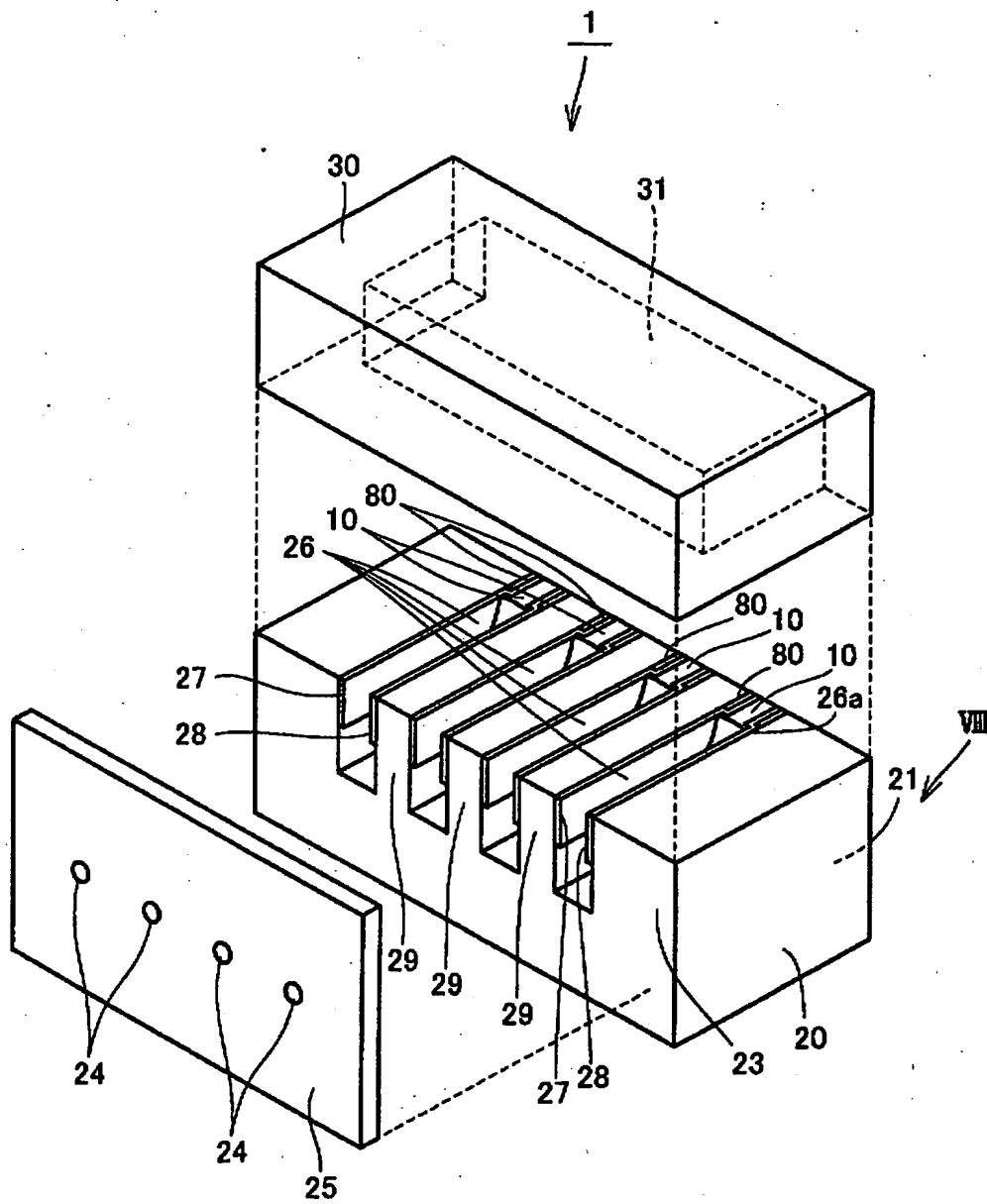
【図 5】



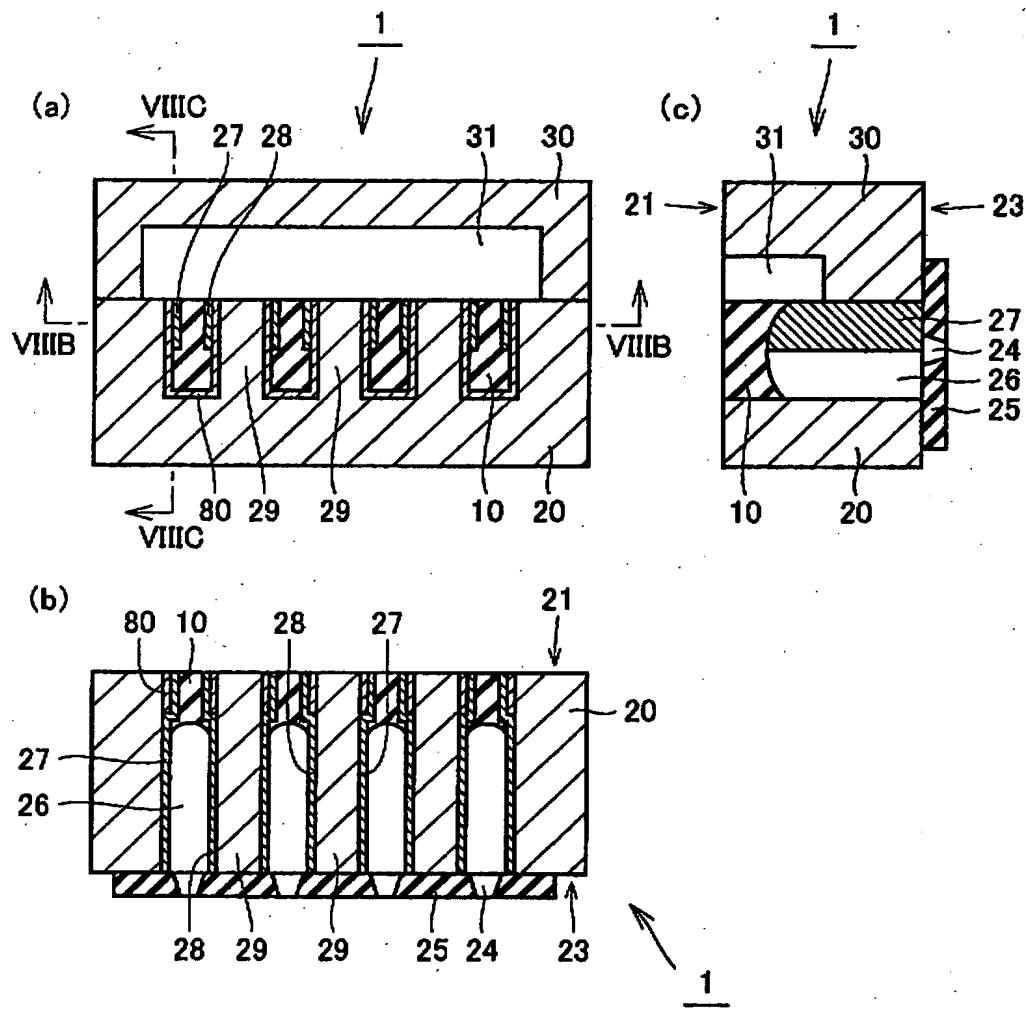
【図6】



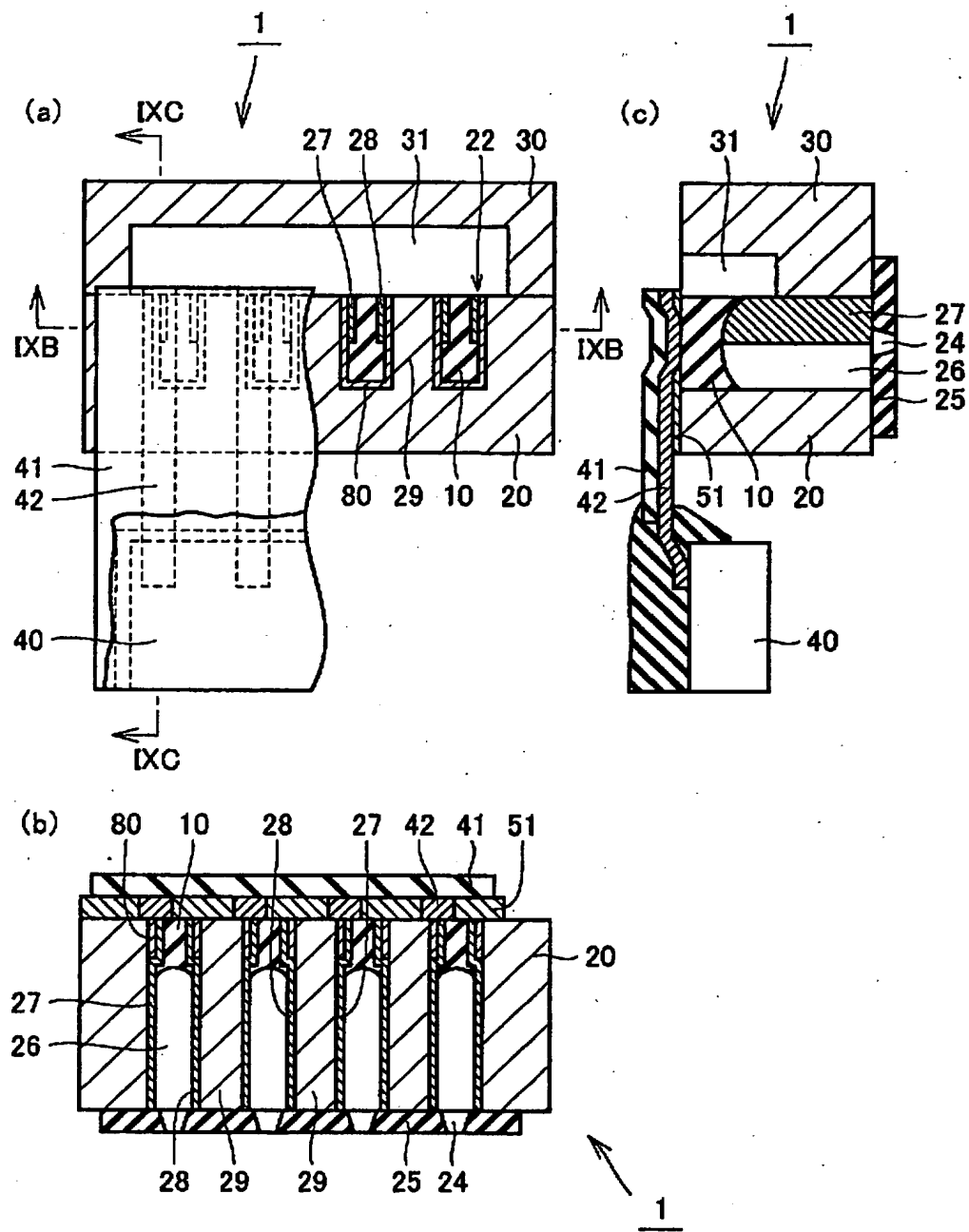
【図 7】



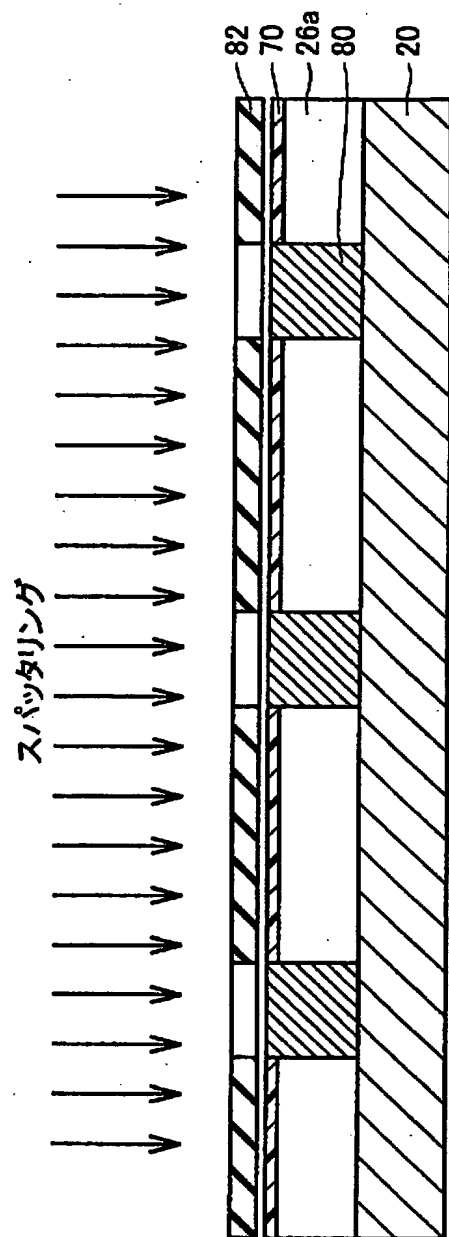
【図 8】



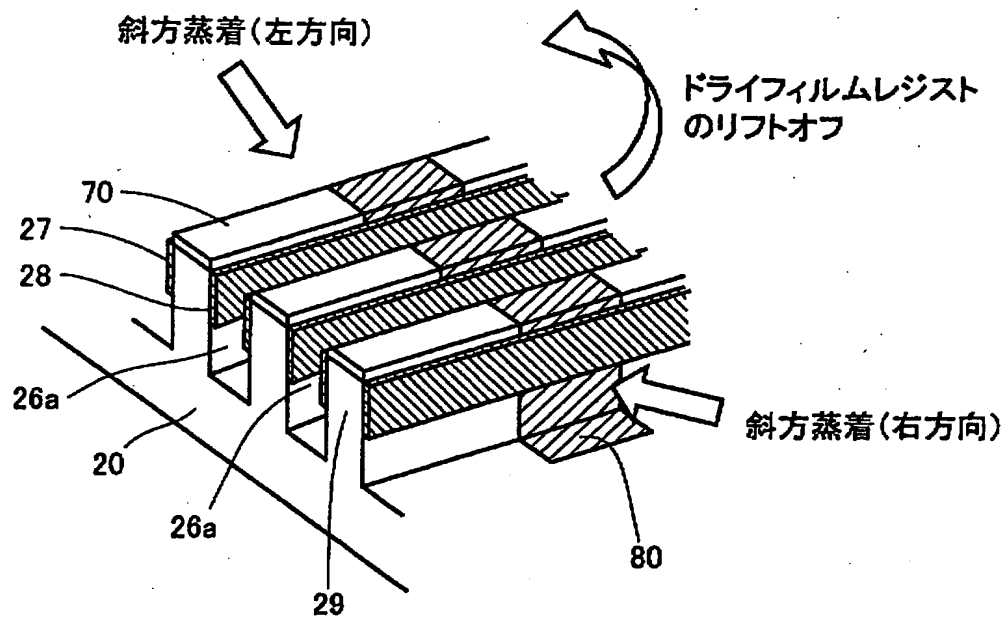
【図9】



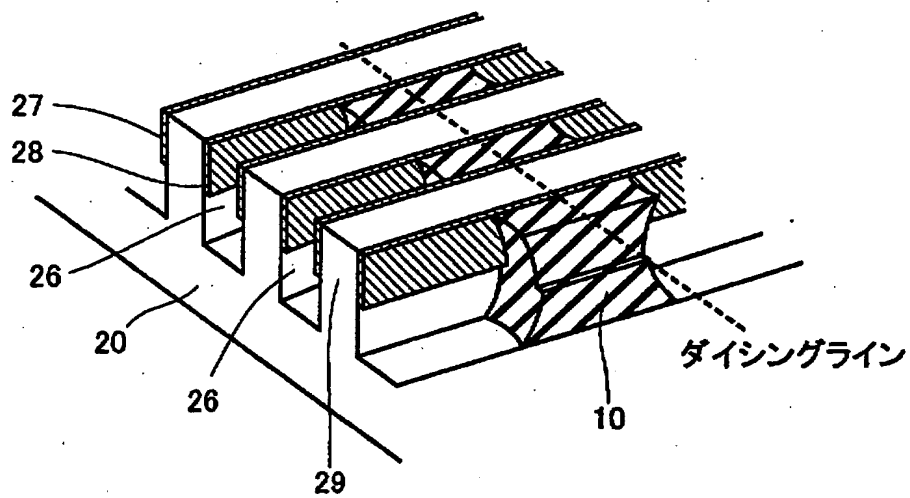
【図10】



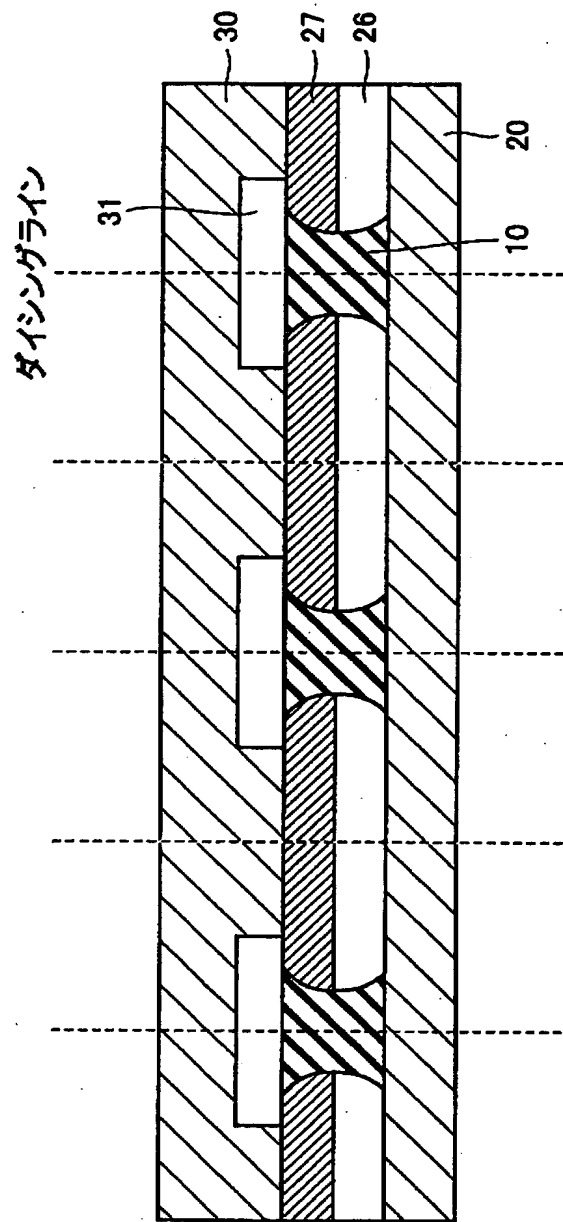
【図 1 1】



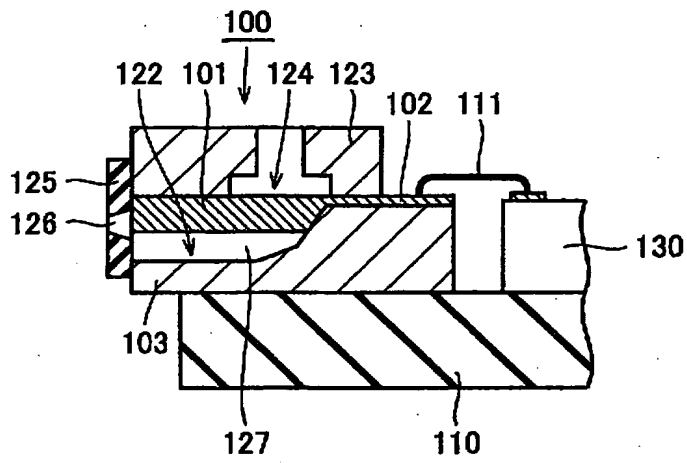
【図 1 2】



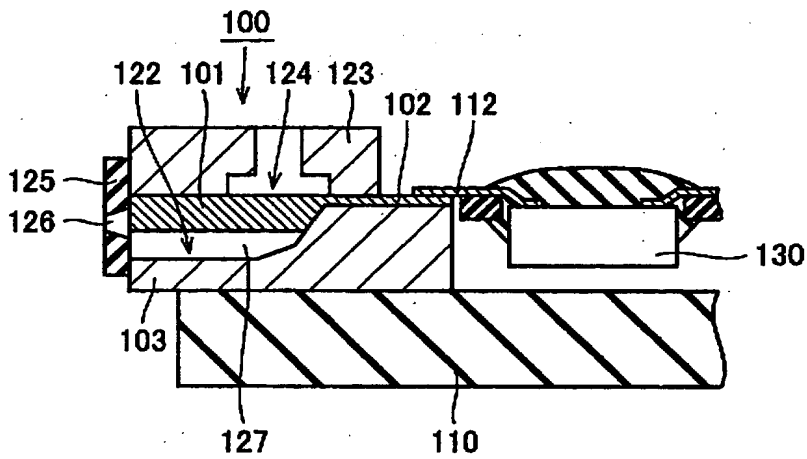
【図13】



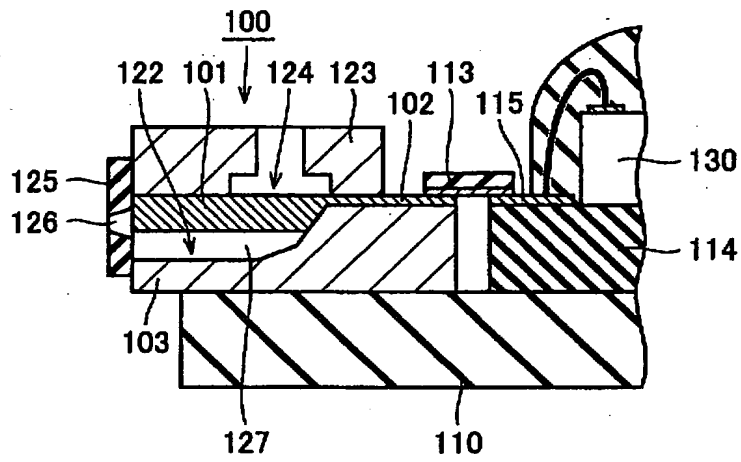
【図 14】



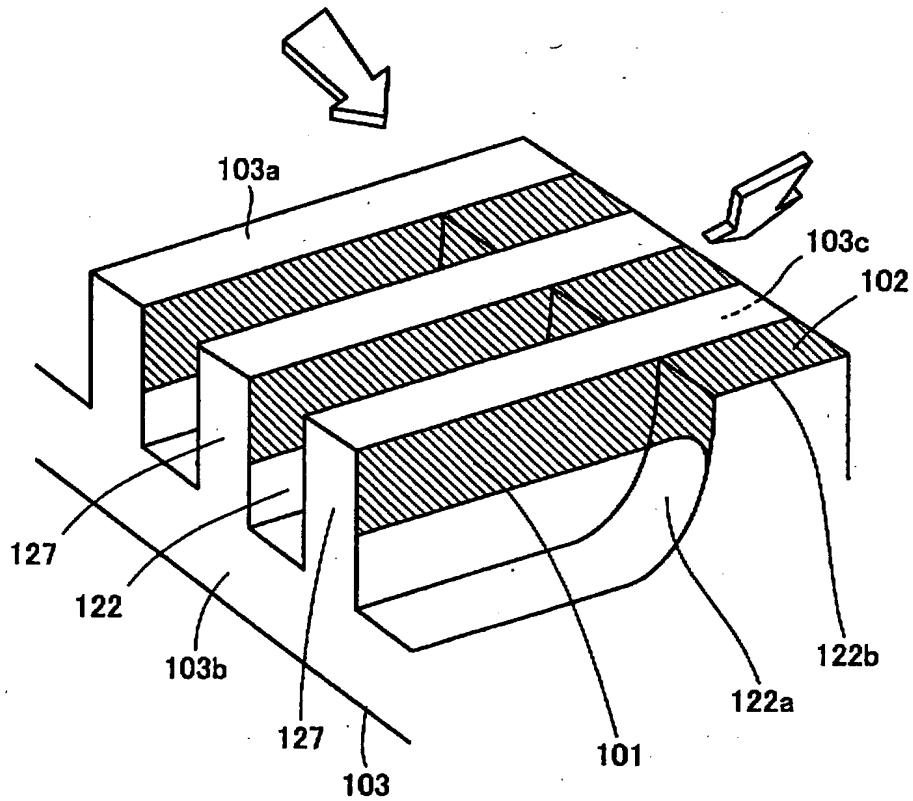
【図 15】



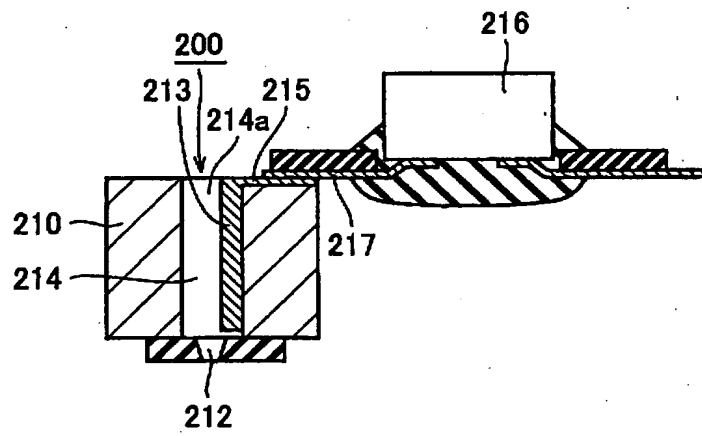
【図 16】



【図 17】



【図 1 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高価な製造装置の使用、製造工程の複雑化および電極の断線による歩留まりの低下などに起因するコストの高騰を招くことなく、基板面積の増加を防止する。

【解決手段】 インクジェットヘッド 1 は、吐出面 2 3 から後端面 2 1 に貫通するインク室用溝 2 6 a を形成することで構成される隔壁 2 9 を有するアクチュエータ（基板） 2 0 を備えている。インク室用溝 2 6 a 内にのみ位置するアクチュエータ駆動用電極 2 7、2 8 の各端面が後端面 2 1 において露出しており、その露出したアクチュエータ駆動用電極 2 7、2 8 の各端面において駆動用 IC 4 0 と電気的に接続されている。

【選択図】 図 3

特2001-361103

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005049]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

氏 名 シャープ株式会社